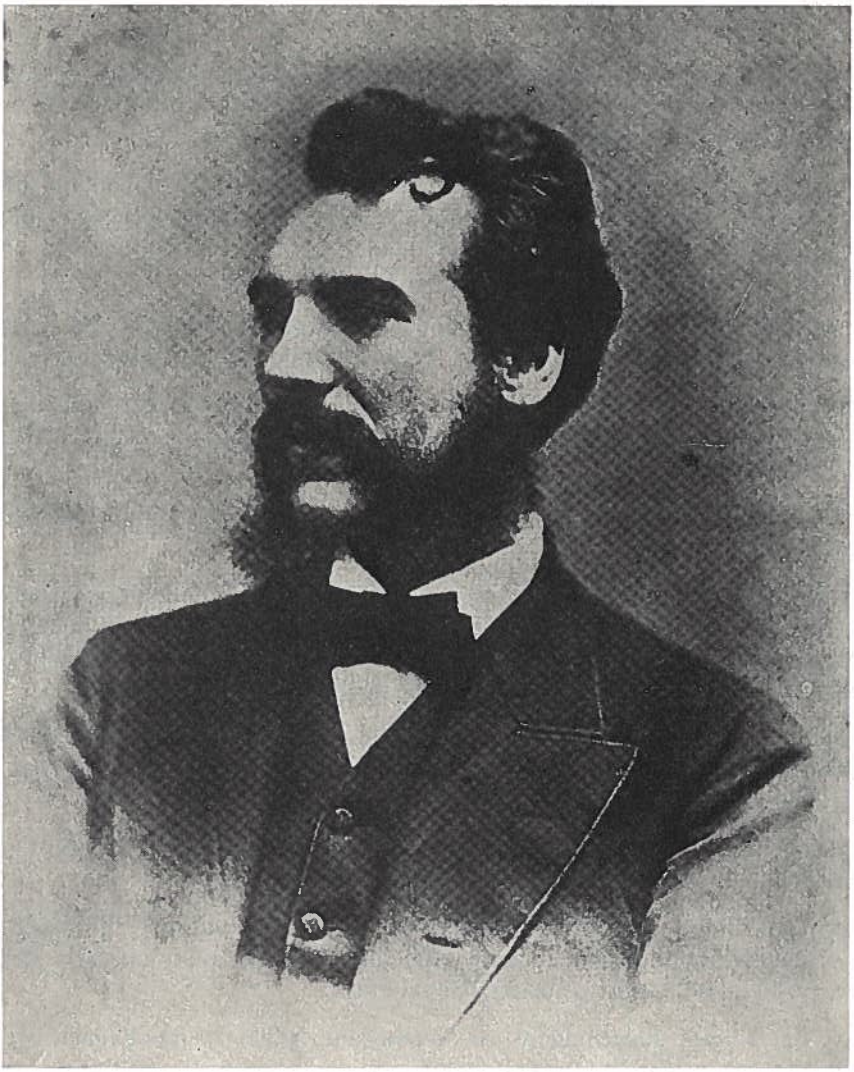


Alexander Graham Bell (1847-1922) op 29-jarige leeftijd.
In dat jaar (1876) vond hij een (bruikbare) telefoon uit.
Afbeelding 1. Van „Honderd Jaar Telefoon"; (zie blz. 40)

Een „BELL" nummer

Dit nummer is gewijd aan Alexander Graham Bell en zijn uitvinding *de telefoon.* Het feit dat het deze maand 100 jaar geleden is dat Bell octrooi aanvroeg op die uitvinding, zal aan ons niet ongemerkt voorbijgaan.

De vinding van Bell heeft geleid tot onze hedendaagse telefoon, en hoe zouden we die nog kunnen missen. Sterker nog, uitgaande van onszelf, wanneer die uitvinding eens niet gedaan zou zijn? Velen van ons zouden dan een ander beroep uitoefenen en ... PTT moest het met één T minder doen.

Nu mag men wel stellen dat de telefoon er toch wel gekomen zou zijn omdat er zich ook andere uitvinders aandienden. Men denke daarbij aan Reis, Gray e.a.

Tenslotte, zo zegt men nú, was het toch meer een ontwikkeling die op zich wachten liet, hoewel .... dat pleegt men steeds achteraf te zeggen. Allemaal veronderstellingen dus.

Feit is dat Bell degene was die, nu 100 jaar geleden, een werkende telefoon kon demonstreren.

In een van de artikelen in dit nummer worden enkele treffende gegevens uit het leven van de mens Alexander Graham Bell gelicht, spelend tegen de achtergrond van allerlei internationale verwikkelingen uit die tijd. Deze achtergrond informatie is belangwekkend genoeg om met aandacht te worden gelezen.

Het andere artikel behandelt — hoe kan het anders in een blad als het onze — de techniek van de vinding van Bell en de daarop volgende ontwikkelingen.
Een artikel dat u niet over mag slaan.

Van geheel andere aard is de mededeling dat wij volgende maand aandacht zullen schenken aan — alweer — een „historische" gebeurtenis.

Het zal dan 30 jaar geleden zijn dat het eerste nummer van het STUDIEBLAD PTT uitkwam. Het komende nummer zal dan ook een apart karakter krijgen, hetgeen reeds aan de buitenkant te zien zal zijn.

Behalve dat daarin, onder andere, een interessant artikel zal verschijnen over de inhoud van dertig jaar Studieblad, stellen wij ons voor een redactionele verantwoording af te leggen van onze gedachten over *verleden, heden en toekomst* van ons aller Studieblad PTT.

Tot dan.

De Redactie

Alexander Graham Bell en de tijd waarin hij leefde

P. A. M. Eggermont

Alexander Graham Bell werd op 3 maart 1847 in Edinburgh geboren. Zowel zijn vader als zijn grootvader waren spraakleraren, pioniers op het gebied van spraakonderricht aan doofstomme kinderen. Het was dus begrijpelijk dat Aleck, zoals de jonge Bell werd genoemd, van jongsaf aan grote belangstelling toonde voor de menselijke stem.

Op 14-jarige leeftijd werd Aleck naar zijn grootvader in Londen gestuurd die hem de grote klassieke schrijvers liet bestuderen en hem perfect leerde voordragen. Na zijn terugkeer in Edinburgh werd hij opgeleid tot spraakleraar. Toen hij 16 was kreeg hij al een aanstelling als muziek- en spraakleraar op een kostschool. In zijn verlangen meer over de menselijke stem te weten te komen ging hij de geluidsleer als onderdeel van de natuurkunde bestuderen.
Hij deed tal van experimenten op dit gebied.

Na meer dan zes jaar te hebben les gegeven, werd hij assistent bij zijn vader, die inmiddels hoogleraar aan de universiteit in Londen was geworden. In die tijd leerde hij de vermaarde Wheatstone kennen. Zijn grote belangstelling voor diens wijzertelegraaf deed bij hem de vraag rijzen of het niet mogelijk was een muzikale telegraaf te maken. De oplossing zou naar zijn mening niet zo moeilijk zijn. In de publikaties van de Duitse natuurkundige Helmholtz had hij gelezen hoe met behulp van elektromagneten stemvorken in trilling konden worden gebracht. Het idee van een muzikale telegraaf liet hem niet meer los.

In 1870 emigreerde het gezin Bell naar Canada.

Het leven van Bell zoals zich dat heeft afgespeeld in het „oude Engeland", en dat vanaf 1870 een dynamisch vervolg zou vinden in de „nieuwe wereld", kan voor ons interessanter worden als we de historische achtergrond kennen waartegen deze ontwikkeling plaats vond. Daarom laten we hierna een aantal gebeurtenissen, welke in belangrijke mate het leven in de 19e eeuw hebben beïnvloed, de revue passeren.

Bell werd geboren in een woelige tijd. In *Engeland* was dit een gevolg van een maatschappelijke omwenteling die zich omstreeks 1800 begon aan te kondigen. De grote technische uitvindingen (stoommachine, locomotief, stoomboot, stoomdrukpers en gasverlichting) van het begin der 19e eeuw vormden het uitgangspunt van een totale ommekeer in het maatschappelijke leven. Engeland was in deze tijd het land der uitvindingen. Toch was het, hoewel uiterlijk sterk, innerlijk vrij zwak.

Door de snelle vervanging van handenarbeid door machinaal werk, ontstond werkloosheid, een bron van veel onrust onder de „werkende klasse". Met de stichting van "trade unions" in 1824 trachtten werknemers in die tijd verbetering in hun positie te brengen.

Ook het kiesrechtvraagstuk hield de gemoederen sterk bezig. Alleen de gezeten burgerij had medezeggenschap gekregen in het wetgevend bewind dank zij de

"Reform Bill" (1832). Maar de overgrote meerderheid der werknemers was nog buiten het kiesrecht gehouden. De werkliedenorganisaties begonnen een wijdvertakte aktie om dat recht te verkrijgen. Op den duur hadden dergelijke akties succes en werden verbeteringen ingevoerd. In 1867 en 1884 bijvoorbeeld kwamen belangrijke uitbreidingen van het kiesrecht tot stand.

Koningin Victoria kwam in 1837 aan het bewind. Zij heeft de ontwikkeling op diverse gebieden dikwijls geïnspireerd en mede richting helpen geven.

Verder was de Ierse kwestie toen ook al actueel; deze was een bron van veel spanning en geweld. Evenals in onze huidige tijd bemoeilijkte de nationale tegenstelling steeds weer voor de hand liggende oplossingen. De Ieren streden voor een eigen bestuur met eigen Parlement, de z.g. "home rule".

Kijken we naar *Frankrijk* dan zien we dat daar in 1848 de februari-revolutie tot uitbarsting kwam; Parijs was vol met barricades. De „burgerkoning" Louis Philippe deed afstand van de troon. De gezagsgetrouwe troepen trokken zich terug op de Tuilerieën, het paleis van de Koning. Aan een nederlaag van het koningschap was evenwel niet meer te ontkomen. Na de vlucht van de koninklijke familie werden de Tuilerieën prijsgegeven aan de Garde Nationale en het volk. Een republikeinse regering nam het bewind over. Maar dit bestuur leidde tot een afschuwelijke klasse-oproer, de juni-revolutie. Onder een nieuwe grondwet slaagde Karel Lodewijk Napoleon Bonaparte (neef van de grote Keizer) erin om zich als president van de nieuwe (2e) republiek te laten kiezen.

De revolutionaire beweging sloeg over op andere landen. In maart 1848 barstte de bom in de meeste staten van de *Duitse Bond*. Berlijn was het toneel van heftige straatgevechten. De strijd werd gestaakt toen Koning Friedrich Wilhelm IV een constitutionele regeringsvorm toezegde.

In *Italië* proclameerden de leiders van de eenheidspartij, Garibaldi en Mazzini, de republiek in de Kerkelijke Staat van Rome (1848).
Zij droomden van een groot-Italiaanse-republiek. Maar Lodewijk Napoleon greep in en stuurde een Frans leger naar Rome; voorlopig werd deze bezetting gehandhaafd. De republiek verdween even plotseling als ze was gekomen. De strijd voor de eenheid van Italië werd evenwel met kracht voortgezet. Tot nu toe was het voornamelijk Garibaldi geweest die een aantal gewesten had verenigd. In 1861 nam Victor Emmanuel, de koning van Sardinië, het initiatief zelf in handen. Hij veroverde het koninkrijk der beide Siciliën (Napels en Sicilië). Uit de samenvoeging van al deze landen werd in 1861 het koninkrijk Italië gevormd, een constitutionele monarchie, met Turijn als hoofdstad. Victor Emmanuel I werd tot koning uitgeroepen; maar de strijd werd voortgezet. De eenheidspartij verlangde Rome als hoofdstad; de Franse bezetting in Rome verhinderde de uitvoering van dit plan vooralsnog. „Komt tijd, komt raad" dacht men wellicht! Toen de Frans - Duitse oorlog desastreus voor Frankrijk verliep, werd de Franse bezetting uit Rome teruggetrokken. Rome viel dus vrij gemakkelijk het Italiaanse vrijheidsleger in handen. Victor Emmanuel I was tevreden. Hij kon nu zijn residentie aan de oevers van Tiber vestigen. Het feit van de overwinning zal hem niet per telefoon zijn medegedeeld, want die was nog steeds niet uitgevonden.

Ook in *Oostenrijk* strijd om een liberale constitutie. Oproer in Wenen. De Staatsman Metternich vluchtte naar Engeland (daar was het rustiger !). Keizer Ferdinand deed afstand ten gunste van zijn 18-jarige neef Franz Joseph I (1848-1916).

Hongarije verlangde autonomie. Czaar Nicolaas zag in deze ontwikkeling een gevaar voor het grote Russische rijk en onderdrukte snel de opstand.

Nederland bleef ook niet onberoerd. Koning Willem II was diep onder de indruk van al dat revolutionair geweld rondom ons heen. Hij koos eieren voor zijn geld en was bereid tot vérgaande veranderingen. Een grondwetsherziening kortwiekte de Koninklijke macht ten gunste van de volksvertegenwoordiging. Nederland werd een democratische staat. Thorbecke was in die tijd de grote man. Het eerste kabinet Thorbecke (1848-1853) is een der vruchtbaarste geweest die we ooit hebben gehad. Belangrijke wetten kwamen tot stand: o.m. Kieswet, Provinciale Wet, Gemeentewet, Postwet, Onteigeningswet en de Telegraafwet. De Scheepvaartwetten hieven de laatste Rijn- en IJsseltollen op en schaften de doorvoerrechten af. De eerste Nederlandse postzegels verschenen in 1852.

Na jaren van verval en strijd om hieraan iets te doen begon een langzaam herstel. Omstreeks 1870 zien we een snelle opgang, die zonder veel onderbreking wordt voortgezet tot aan het uitbreken van de Wereldoorlog in 1914.

Hoe was de situatie in het „verre" Amerika? De 13 staten, die in 1783 onafhankelijkheid verkregen, hebben eerst in de negentiende eeuw hun gezamenlijke gebied uitgebreid. Van Napoleon kochten zij Louisiana in 1803. Na een oorlog met Mexico kwamen de V.S. in het bezit van Californië, Nieuw Mexico en Texas. In 1860 werd Abraham Lincoln President van de Unie van 21 Noordelijke en 11 Zuidelijke staten. Dit namen de Zuidelijke Staten niet; zij besloten zich los te maken van de Unie in 1861. De z.g. Secessie-oorlog was hiervan het gevolg. De Zuidelijken (democraten) werden echter door de Noordelijken (republikeinen) verslagen in 1865. Na de vrede werd de slavernij definitief afgeschaft. Het land herstelde zich snel van alle oorlogsleed. Tussen 1850 en 1870 steeg het aantal inwoners van 23 tot 38 miljoen. Alaska werd aan het gebied toegevoegd door een verkoop van Rusland in 1867. In 1869 werd de eerste Pacific Spoorweg officiëel geopend. De materiële welvaart groeide weergaloos. In 1870 achtte men de tijd niet ver meer, dat de Verenigde Staten van Amerika een belangrijke plaats zouden gaan innemen onder de wereldmachten.

Aldus was de situatie toen Bell voet aan land zette in Canada in 1870. De jonge Bell vestigde zich later in Boston waar hij les gaf aan doven. Zijn belangstelling voor de telegrafie werd weer gewekt naar aanleiding van het bericht dat de Western Union Telegraph Company een hoog bedrag had uitgeloofd voor degene, die kans zag zes of acht berichten tegelijk over één draad over te seinen. Hij begon met experimenteren in het besef dat het mogelijk moest zijn om verschillende elektrische trillingen of geluidsgolven via een draad over te brengen en ze aan het andere eind weer tot de oorspronkelijke klank te herleiden. Net als bij een piano waarvan de snaren verschillende klanken voortbrengen als ze in trilling worden gebracht. Zijn experimenten kostten echter veel geld. Gelukkig waren er mensen, die vertrouwen hadden in zijn werk en hem financiële hulp aanboden. Met een van zijn begunstigers stichtte hij een vennootschap waaruit de Bell Patent Association ontstond die naderhand uitgroeide tot het enorme Bell concern.

Bell begon het menselijke oor te bestuderen. Hij dacht dat een membraan waar een elektrische stroom door heen werd gevoerd zich op overeenkomstige wijze zou gedragen als het oor. Deze theorie werkte hij verder uit totdat het eigenlijke idee van de telefoon voor realisering geschikt was. Het was zomer 1874. Nog twee jaar zou het duren vooraleer zijn idee in een concreet apparaat, de telefoon, was omgezet. Op 2 juni 1875 experimenteerden Bell en zijn trouwe medewerker Thomas Watson met twee toestellen, die geleken op een elektrische zoemer. Terwijl zij bezig waren beide apparaten nauwkeurig op elkaar af te stemmen hoorde Bell plotseling in het ontvangtoestel in de andere kamer een heel wonderlijk geluid. Het had iets weg van een korte snel uitstervende zoemtoon. „Watson wat deed je daarnet ?" riep Bell verrast ! Hij ging eens poolshoogte nemen en ontdekte dat nu het idee van de „telefoon" al bijna verwezenlijkt was. Enthousiast werkte hij aan de verbetering van zijn apparaat verder. Op zekere dag gelukte het hem werkelijk om hele zinnen door zijn telefoon verstaanbaar over te brengen.

Beroemd geworden zijn de eerste woorden, die Bell door de telefoon tot Watson sprak: "Watson come here ! I want you." Watson moest naar Bell toekomen want deze had blijkbaar een bijtende vloeistof op zijn kleren gemorst. Bell diende in februari 1876 een octrooi-aanvraag voor zijn telefoon in en kreeg op 7 maart d.a.v. patent op zijn vinding.

Een unieke gelegenheid om de telefoon bij het publiek bekend te maken bood de Wereldtentoonstelling te Philadelphia, waarmee de Ver. Staten in 1876 hun honderdjarige onafhankelijkheid vierden.

Er waren weinig mensen, die belangstelling voor zijn apparaat hadden. Maar door een toeval werd hij te elfder ure opgemerkt door Keizer Pedro II van Brazilië. Deze liet de juryleden kennis maken met Bell's vinding. Zij waren erg enthousiast en riepen nog enkele beroemdheden erbij. Unaniem verklaarden zij dat van de vele uitvindingen die op de tentoonstelling te zien waren, Bell's telefoon verreweg de belangrijkste was. Bell was ineens een beroemd man geworden, hoewel hij slechts langzaam tot het wereldnieuws doordrong. Nadat hij in juli 1877 getrouwd was maakte hij de huwelijksreis naar Engeland met de bedoeling tevens met zijn telefoon zaken te doen. Zijn tournee door Engeland werd een groot succes. Voor vele wetenschappelijke genootschappen gaf hij demonstraties. Zelfs wist hij toegang te krijgen tot de koninklijke familie. Hij liet aan Koningin Victoria horen hoe een lied dat enkele kilometers verder door een Amerikaanse zangeres ten gehore werd gebracht, per telefoon overkwam. In de volgende jaren kwam de telefoon in Engeland en Amerika tot snelle ontwikkeling. Andere landen volgden.

Bell heeft nog meer uitvindingen op zijn naam staan. Zo ontwierp hij o.a. een constructie die als voorloper van de ijzeren long kan worden beschouwd. Ook een vliegwiel met drie bladen, vergelijkbaar met de rotorbladen van een helikopter in onze tijd, alsmede een wasrol voor geluidsopnamen; voorts ontwikkelde hij een methode voor het opsporen van ijsbergen d.m.v. echolodingen en een vleugelboot, die met circa 114 km per uur een wereldrecord voor raceboten vestigde. Zelfs op luchtvaartkundig gebied leverde hij prestaties. Hij stichtte in 1907 een maatschappij die enige experimentele vliegtuigen bouwde.

Ruim zeventig jaar nadat de eerste elektrische telegraafverbinding tussen Washington en Baltimore in dienst werd gesteld (het Panama kanaal naderde inmiddels zijn voltooiïng) was het een historische dag in de geschiedenis van het Amerikaanse telefoonverkeer. Op 25 januari 1915 namelijk stelde Woodrow Wilson, President van de Verenigde Staten, de transcontinentale telefoonlijn in werking tussen Washington en San Francisco (Californië). De V.S. waren op dat moment nog niet bij de 1e Wereldoorlog betrokken. Pas op 2 april 1917 zouden zij de oorlog aan Duitsland verklaren.

Toen de openingsplechtigheid achter de rug was, sprak de grijze Alexander Graham Bell vanuit New York met zijn oude vriend Watson in San Francisco; zij waren meer dan 4 000 km van elkaar verwijderd. Het gesprek was evenwel zeer goed verstaanbaar. Tijdens een korte pauze werden de moderne telefoontoestellen aan beide zijden van de lijn verwisseld voor twee apparaten, die tot in de kleinste bijzonderheden overeen kwamen met die waarmee Bell en Watson elkaar in 1876 voor het eerst hadden kunnen verstaan. Bell sprak toen nog één keer de historische woorden uit 1876: "Watson come here, I need you !". . . .

Bell stierf op 2 augustus 1922. Tijdens zijn begrafenis werd de telefoondienst in geheel Noord-Amerika één minuut stil gelegd.

De meeste mensen zullen van dit bericht slechts vluchtig kennis hebben genomen, want men had indertijd wat anders te doen. De wereld was toen druk bezig met de opbouw- en herstelwerkzaamheden als gevolg van de verwoestingen, die in de Eerste Wereldoorlog waren aangericht. Men stond voor ontzaglijke problemen op technisch, politiek, economisch en sociaal gebied. Het leven hernam zijn loop. In Amerika staakten op dat ogenblik 100 000 mijnwerkers (Cliftonville - Virginia). De staking gaf aanleiding tot ernstige ongeregeldheden. Aldus kranteberichten op de dag van Bell's begrafenis.

Manifestaties ter gelegenheid van Honderd Jaar Telefoon

De Stichting „Het Nederlandse Postmuseum" zal in het gebouw Zeestraat 82 te 's-Gravenhage een tentoonstelling houden onder de naam „Honderd Jaar Telefoon, van 1876 tot 1976".

De openingsdatum is gepland op woensdag 14 april 1976.

Op deze tentoonstelling zullen modellen van verschillende uitvinders worden getoond; tevens zal hiermede gedemonstreerd worden.
Daarnaast zal met een klankbeeld de gehele ontwikkelingsgang van de telefoon worden uitgebeeld.

Honderd Jaar Telefoon (1876-1976)

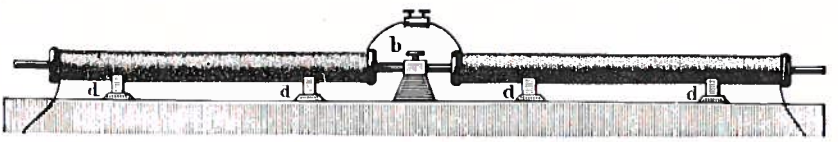
ing. P. A. de Boer

Vele onderzoekers hebben bijgedragen om de thans bereikte, haast volmaakte wijze van geluidsoverdracht te realiseren.
Al vroeg was het duidelijk dat voldoende kennis der elektriciteit een vereiste was, en ook dat (elektro)-magnetisme hierbij een rol zou spelen.

Het eeuwfeest van Bell's succes uit 1876 schenkt ons de gelegenheid om niet alleen deze te eren als de *uitvinder* van de telefoon, maar tevens om van andere (deels vrijwel onbekende) onderzoekers iets over hun bijdrage naar voren te brengen.
Dan blijkt dat de onderzoekers als het ware een keten vormden van vorsers die niet rustten, voordat de telefoon bruikbaar was in de vorm zoals wij die thans kennen.

Het ontwikkelingsproces van het vraagstuk van geluidsoverbrenging door middel van elektriciteit ving aan toen de Amerikaanse natuurkundige Dr. Page in 1837 de „galvanische muziek" ontdekte. Hij plaatste tussen de polen van een hoefmagneet een lange spoel van geïsoleerd koperdraad waardoor een elektrische stroom werd geleid. Bij het openen en sluiten van de stroom nam hij waar dat de magneet geluid gaf. De toon, die bij het sluiten van de stroom werd waargenomen, was zeer zwak. Daarentegen was die bij het verbreken zelfs op enige afstand duidelijk te horen. Deze ontdekking had talloze proefnemingen tot gevolg, die alle meer het doel hadden het ontstaan en het wezen van de galvanische muziek te doorgronden dan wel praktische toepassingen er van te vinden.[1]

De Duitse natuurkundige Wertheim [2] kwam in 1848 na een nauwkeurig onderzoek tot de slotsom dat een ijzeren staaf, die in het midden is vastgeklemd, door magnetiseren binnen zekere grenzen verlengd wordt, dat na beëindigen van de magnetisatie de oude evenwichtstoestand terugkeert en dat de opgewekte toon het gevolg is van deze kleine verlenging, zie afbeelding 2.



Afbeelding 2. Onderzoekingen van Wertheim (1848) betreffende mechanische muziek.

Vier jaren na de proefnemingen van Wertheim schreef de Franse Sous-inspecteur van de Telegrafen Bourseul: „Stel, dat men voor een beweeglijk plaatje spreekt, dat buigzaam genoeg is om geen enkele trilling der stem verloren te doen gaan, en dat dit plaatje beurtelings een galvanische stroom opent en sluit, dan kan men op grote afstand een ander plaatje hebben, dat in dezelfde tijd dezelfde trillingen voortbrengt".[3]
Bourseul gaf geen aanwijzingen hoe een en ander precies te verwezenlijken.

De Duitse onderwijzer Johann Philipp Reis, die reeds in 1852, op 18-jarige leeftijd, veel belangstelling had gehad voor het overbrengen van tonen met behulp van

galvanische stromen pakte dit vraagstuk in 1860 opnieuw aan, daartoe aangezet door zijn natuurkundige studies, waarbij hij zich verdiepte in de werking van de menselijke gehoororganen, zie afbeelding 3.

Hij stelde zich de vraag: „Hoe neemt ons gehoor de gezamenlijke trillingen van tegelijk sprekende stemorganen waar ?".

Afbeelding 3. Johann Philipp Reis (1834-1874)
Eerste proefnemingen op het gebied van de telefonie.

Uit „Philipp Reis, the inventor of the Telephon" van S. P. Thompson, 1883, valt op te maken dat Reis voldoende kennis had van het wezen van het geluid, om in te zien dat voortplanting hiervan geschiedde door de lucht en dat menselijke stembanden, in samenwerking met mond- en keelholten, bepalend zijn voor de voortgebrachte toonhoogten.

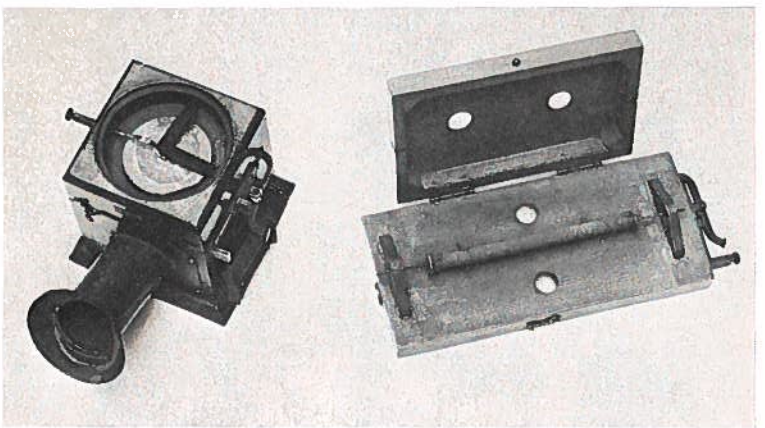
Zijn gedachten gingen uit naar het construeren van een „gever" (later microfoon genoemd) en een ontvanger. Bij het ontwerpen van zijn eerste gever sneed Reis in 1860 een oorschelp uit eikehout. De gehoorgang sloot hij af met een elastisch membraan. De gehoorbeentjes werden door stroomgeleidend materiaal nagebootst en verend tegen elkaar gelegd. De „hamer" draait om een as; het onderste eind van de hamer ligt tegen het trommelvlies, het andere eind (de hamerkop) leunt door zijn gewicht tegen een platina stukje, het aambeeld voorstellend. Het aambeeld ligt tegen een lange bladveer; de druk van deze bladveer is door een stelschroef te regelen.

Reis meende dat dit kunstoor (bij de hamerkop) in staat zou zijn een batterijstroom afwisselend te onderbreken en te sluiten.

Deze stroomonderbreker was het wezenlijke deel van zijn uitvinding; de opgevangen luchttrillingen bewogen het elastisch membraan en hierdoor het contact van de bladveer op het aambeeld.

Reis dacht vanaf het begin aan stroom*onderbreking*; in de geraadpleegde literatuur wordt nergens de vraag opgeworpen of wellicht ook contact*maken* de oplossing zou kunnen zijn. Het is niet ondenkbaar dat dit verband hield met de onderzoekingen van Page in 1837, die opmerkte dat bij verbreking van de stroom de opgewekte toon het krachtigst was (dit is een veronderstelling van de schrijver).

Terugkomend op de proefnemingen van Reis kan worden opgemerkt dat hij al spoedig inzag dat voor de „gever" een nabootsing van het oor weinig zinvol was. Het type gever waarmee hij inderdaad enig succes bereikte is te zien in afb. 4.



Afbeelding 4. Links de gever en rechts de ontvanger van Reis uit 1862.
De ontvanger bestaat uit een dunne stalen staaf, omgeven door een spoel van koperdraad.
De staaf verandert van lengte in het ritme van de ontvangen stroomimpulsen.

De gever bestaat uit een hol houten blok, met aan de voorzijde een spreektrechter. Over de ronde opening aan de bovenzijde is een vlies (varkensblaas) gespannen waarop een plaatje platina ligt dat door een reepje koper met een klemschroef is verbonden. Op het platina plaatje rust een platina stiftje van een hoekvormige hefboom. De ene arm hiervan rust op een stiftje en de andere in een met een druppel kwik gevulde komvormige steunpen.

Door trillingen, die via de spreektrechter de onderzijde van het membraan bereiken kan het contact tussen het plaatje en de stiftpen worden verbroken.

De ontvanger van Reis uit afb. 4 lijkt veel op het door Wertheim in 1842 geconstrueerde apparaat, met dit verschil dat Reis de beide uiteinden van de staaf aan een dun houten plaatje vastklemde inplaats van in het midden. Reis had opgemerkt dat dit een krachtiger geluid veroorzaakte.
De weerstand van de koperdraadwindingen bedraagt 4 ohm.

Van de modellen uit afb. 4 heeft Reis door de mechanicus Albrecht te Frankfurt (Main) er vele laten vervaardigen; Reis heeft zelfs een prospectus uitgegeven met de mededeling dat men de apparaten bij hem kon bestellen voor de prijs van 12 thalers.[4] Ook het Postmuseum is in het bezit van deze toestellen; de verleiding was uiteraard groot om de werking te onderzoeken.

In 1961, bij de 100-jarige herdenking van Reis' proefnemingen zijn met de gever uit afb. 4 opnamen gemaakt, die op magnetofoonband zijn vastgelegd.

Bij het beluisteren hiervan moet uiteraard worden bedacht dat de *sterkte* van dit geluid vele malen krachtiger kan worden ingesteld dan met de oorspronkelijke ontvanger van Reis mogelijk was: een luidspreker inplaats van de dunne staaf ! Dan overheerst de mening dat bijna alle woorden te ontcijferen zijn. Maar wat blijft er over bij het beluisteren via een echte Reis ontvanger ?

Dat is ronduit onvoldoende, men moet het oor op de klankdoos leggen om iets waar te nemen; hiervoor is dan ongeveer 900 milli-watt wisselstroomenergie nodig. De geringe geluidsterkte kan m.i. worden verklaard door de beperkte hoeveelheid lucht die door de kleine klankbodem wordt aangestoten.

Toch was het een grote verdienste van Reis dat hij heeft aangetoond dat een ijzerdraad, die door een spoel is omgeven waardoor een elektrische stroom gevoerd wordt, niet alleen zijn longitudinale toon, maar elke toon kan voortbrengen. Wertheim heeft dit bij zijn proeven in 1842 niet onderkend.

Ofschoon de toestellen van Reis in het begin veel opzien baarden, geraakten zij toch spoedig in vergetelheid en hadden zij slechts als laboratoriuminstrumenten nog betekenis voor het demonstreren van een natuurkundig beginsel.

Wij dienen Johann Philipp Reis te gedenken als de natuurkundige, aan wie het als eerste gelukt is enkele gesproken woorden — zij het gebrekkig — door middel van elektriciteit op afstand over te brengen.

Reis zelf heeft het zeer juist omschreven, toen hij zich, kort voor zijn dood, vol begrip aldus uitdrukte: „dat hij de wereld de weg tot een grote uitvinding gewezen had, het slechts aan anderen overlatend deze weg te vervolgen".[5]
Hij overleed op 14 januari 1874.

De onderzoekingen van Alexander Graham Bell [6]

De wetenschappelijke arbeid van de Amerikaan Bell, aan wie de apparaten van Reis niet onbekend waren, was oorspronkelijk gericht op het ontwerpen van een systeem voor overdracht van meerdere telegrammen over één elektrische geleiding (met morsetekens). Hij werkte sedert 1872 aan een principe om dit te bereiken door middel van verschillende frequenties (toonhoogten), echter zonder praktisch resultaat. Tevens trachtte hij een apparaat te construeren waarmede hij lucht-trillingen zichtbaar zou kunnen maken om aan zijn leerlingen (hij was toen leraar aan een doofstommen-instituut) geluidstrillingen te demonstreren. Hierbij gebruikte hij de belangrijke onderzoekingen van Helmholtz over de klankleer, in het bijzonder over de uitspraak van klinkers.

Op 2 juni 1875 gelukte het Bell zijn eerste elektrisch geluid op te vangen.

Omdat de *hoogte* van een toon afhangt van het trillingsgetal, de *sterkte* van de momentele amplitude en de *klankkleur* van de sterkte en het aantal boventonen (harmonischen), kwam Bell op de gedachte dat verschillende klanken met behulp van een elektrische stroom konden worden weergegeven wanneer de stroomsterkte gelijktijdig het aantal trillingen en tevens alle veranderingen tussen de laagste en de hoogste amplituden zou kunnen omvatten.

Dat het verloop van de batterijstromen, wanneer zij afwisselend verbroken en

gesloten worden (systeem Reis dus) deze benodigde eigenschappen *niet* bezaten, zag Bell al spoedig in.

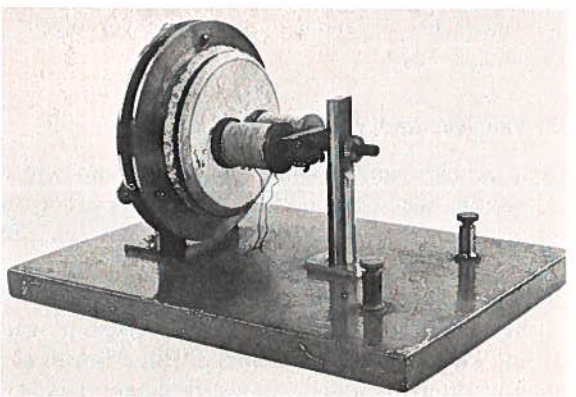
Stromen, die zonder onderbreking in sterkte veranderden, noemde hij „ondulerende" stromen.

Stromen systeem Reis noemde hij „intermitterende of pulserende" stromen.

Op 10 maart 1876 deed Bell aan zijn medewerker een telefonisch verzoek: "Mr. Watson, come here, I want you". Dat dit verzoek aanstonds werd opgevolgd, betekende dat zijn experimenten in een nieuw stadium waren gekomen. Bell noemde zijn instrument "articulating telephone".

Na vele onderzoekingen kregen zijn apparaten de vorm van afbeelding 5. Zij bestonden uit een trechter die met een membraan van bladgoud was afgesloten. In het midden van het membraan was een langwerpig stukje weekstaal (1 mm dik) bevestigd. Hier tegenover bevonden zich de twee spoelen van een elektromagneet; de weekstalen kernen hiervan en het stukje weekstaal op het membraan waren op een kleine afstand van elkaar opgesteld.

Beide elektromagneten van gever en ontvanger waren in serie met de batterij geschakeld. Werd in een van de trechters gesproken, dan kwam het plaatje weekstaal op het membraan in trilling en door de veranderde magnetische weerstand ontstond in de wikkeling van de elektromagneet een inductiestroom, waardoor de stroom in de geleiding telkens versterkt of verzwakt werd.



Afbeelding 5. Model van de telefoon van Bell in 1876 (collectie Postmuseum)

Op 14 februari 1876 deponeerde Bell de beschrijvingen en tekeningen van zijn "articulating telephone" bij het Amerikaanse patentbureau. Op dit tijdstip was zijn instrument echter nog niet bedrijfsvaardig; dit kan op zijn vroegst gerekend worden vanaf 10 maart 1876 bij het reeds beschreven verzoek aan zijn medewerker Watson. Over de nauwkeurige datum van de 100-jarige herdenking kan dus genuanceerd worden gedacht.

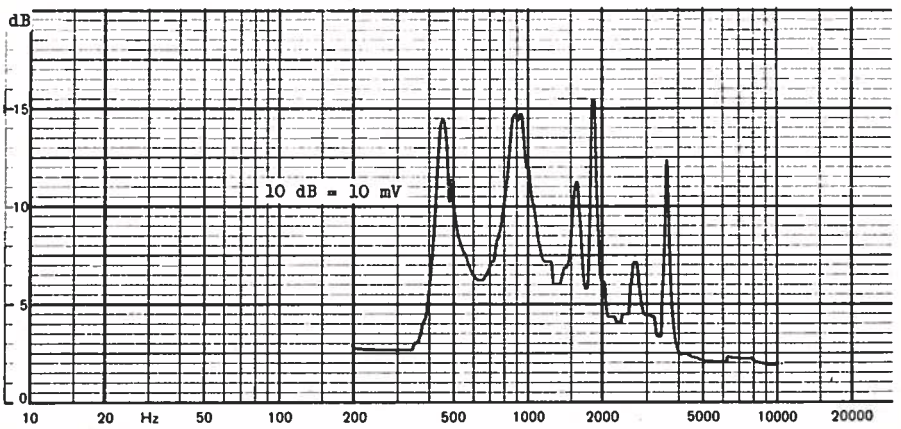
Bell demonstreerde zijn vinding voor het eerst in het openbaar op de Wereldtentoonstelling te Philadelphia, later in 1876; vanaf die tijd verkreeg zijn vinding grote bekendheid.

Tussen de omschrijving van Philipp Reis (in 1873) dat hij „de wereld de weg tot een grote uitvinding gewezen had, het slechts aan anderen overlatend deze weg te vervolgen" en de hierop volgende belangrijke stap van Bell in 1876 lagen dus slechts drie jaren.

Waren met de uitvinding van Bell nu alle problemen opgelost ? Kon er over grote afstanden goed verstaanbaar worden getelefoneerd ?
Het antwoord hierop is een duidelijk „neen".

Als *ontvanger* was de constructie van Bell uitstekend bruikbaar en, afgezien van ondergeschikte technische verbeteringen, is deze na honderd jaren nog in principe ongewijzigd in gebruik.

Als „gever" echter kleefden er grote bezwaren aan: afbeelding 6 laat dit zien.



Afbeelding 6. Lineariteitskromme van de gever van Bell.
De gever was hierbij afgesloten met zijn eigen impedantie.

Bij spreken op enkele centimeters afstand bedraagt de spanningsafgifte van de gever van Bell 10 milli-volt. Dit is alleen voldoende voor ontvangst in een stille ruimte; omgevingslawaai maakt de verstaanbaarheid onmogelijk.
Verder is het frequentiegebied zodanig dat de stem dof overkomt (van 400 tot 1800 trillingen per seconde). Voor goede verstaanbaarheid geldt algemeen een band van 300 tot 3400 trillingen per seconde.
Genoemde bezwaren werden door verschillende onderzoekers al snel onderkend en aan de oplossing hiervan zijn meerdere namen verbonden.

Onderzoekingen naar krachtiger gevers

Als uitgangspunt hierbij werd door de onderzoekers teruggegrepen op het systeem van Reis.
Ook Bell gebruikte (zie afbeelding 5) een stroombron; al spoedig kwam hij echter tot de conclusie, dat de stroom die door de spoelwindingen gevoerd werd geen andere dienst bewees dan om de elektromagneet magnetisch te maken. Bell vernam dit van de natuurkundige prof. A. E. Dolbear (Tufts College, U.S.A.[7])

Hij verving daarom al spoedig de elektromagneet door een permanente magneet.

Van de onderzoekers die een krachtiger gever dan het type Bell trachtten te construeren dient, in eerste plaats Elisha Gray te worden genoemd.

Deze deponeerde (wonderlijk toeval !) op dezelfde dag als Graham Bell, namelijk op 14 februari 1876, echter twee uren later, zijn beschrijvingen en tekeningen bij het Amerikaans patentbureau. In afbeelding 7 zijn links zijn gever en rechts zijn ontvanger afgebeeld. Uit de perfecte beschrijving van Gray citeren wij enkele gedeelten: [8]

„Tegenover allen, die dit raakt, wens ik hierbij buiten twijfel te stellen, dat ik, Elisha Gray van Chicago, een nieuwe manier gevonden heb om langs telegrafische weg het geluid over te brengen. Zie hier de beschrijving: Het doel mijner uitvinding is, om het geluid van de menselijke stem met een telegraafdraad over te brengen, en het weer te doen optreden aan het andere uiteinde van die draad, zodanig dat twee personen, zeer ver van elkaar verwijderd, met elkaar kunnen spreken.
Om het door mij voorgestelde doel te bereiken, heb ik een toestel bedacht, dat trillingen kan voortbrengen, die volkomen overeenstemmen met die der menselijke stem, en waardoor die trillingen kunnen worden waargenomen.

Ik ben op het ogenblik van mening, dat de beste wijze om een toestel te verkrijgen dat de verschillende geluiden der menselijke stem voortbrengt deze is, dat men een vlies spant over een doos, die een toestel bevat, dat schommelingen teweeg brengt in de elektrische stroom.

Op mijn tekening kan men zien, dat de persoon die de geluiden voortbrengt, in de doos spreekt, waarbij over het andere uiteinde een perkamenten vlies of een goudvlies is gespannen. Aan dat vlies is een klein metalen staafje verbonden (dat de stroom van een batterij geleidt); dat staafje daalt af in een buis die van onderen is afgesloten door een metalen stop waardoor een tweede staafje loopt; hieraan is de tweede draad van de batterij bevestigd.

De buis is met een vloeistof, b.v. water gevuld, en omdat het eerste staafje het tweede niet volkomen aanraakt, moet de stroom een dunne laag vloeistof doorlopen. De trillingen van de stem bewegen het vlies der doos en doen dus het eerste staafje rijzen en dalen, en veranderen dus de dikte der vloeistoflaag, die door de stroom wordt doorlopen.
De trillingen worden naar het ontvangstation overgebracht. Daar bevindt zich een elektromagneet die op een vlies werkt, waaraan een stukje weekstaal is bevestigd. Dat vlies is gespannen over een doos, die ongeveer gelijk is aan de doos op het eerste station. Het vlies der tweede doos ontvangt dan trillingen, die overeenkomen met die van het eerste vlies, en zo worden dus dezelfde geluiden of woorden gehoord."

Gray zegt dat hij „een toestel bedacht" heeft en niet dat hij iets heeft *geconstrueerd*. Het toestel in afbeelding 7 (links) is dan ook een nagebouwd exemplaar volgens zijn tekeningen; er zijn geen bewijzen dat Gray verder is gekomen dan een theoretische gedachte. Uit proefnemingen blijkt namelijk dat het niet mogelijk is op deze wijze snelle stroomvariaties te verkrijgen.

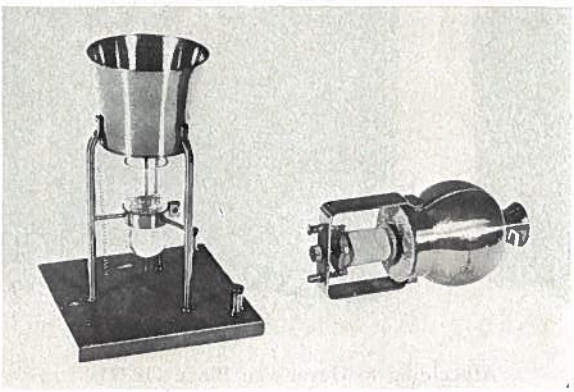
De vloeistof, die het bovenste metalen staafje, dat aan de trilplaat verbonden is omgeeft, blijft aan het staafje kleven. Alleen langzame op- en neergaande bewe-

gingen veroorzaken weerstandsvariaties; 50 trillingen per seconde en hoger veroorzaken geen veranderingen.

De *ontvanger* van Gray in afbeelding 7 is qua beginsel volkomen gelijk aan de ontvanger van Bell.

Er ontstond een patentstrijd tussen beiden, die later beëindigd werd door een vergelijk; de octrooien van beide uitvinders gingen op in het bezit van één en dezelfde onderneming.

Nog afgezien van de vraag of de vloeistofmicrofoon van Gray in een constructief bruikbare vorm vervaardigd had kunnen worden moet worden geconstateerd dat zijn studies geen bijdragen van betekenis hebben opgeleverd.



Afbeelding 7. Gever van Elisha Gray (links) en zijn ontvanger (rechts) uit 1876 (collectie Postmuseum).

In de jaren 1877 en 1878 werd (onafhankelijk van elkaar) door onder andere Edison, Berliner, Blake en Hughes naarstig gespeurd naar een gever die krachtiger stroomvariaties kon leveren dan die van Bell.
Dit waren alle personen met een grote creativiteit: Edison construeerde in 1877 zijn phonograaf en een jaar later een bruikbare elektrische vacuumgloeilamp.

Berliner vond in 1888 de grammofoonplaat uit en Hughes in 1855 een telegraaftoestel met leesbaar schrift.

De ontdekking van de koolmicrofoon

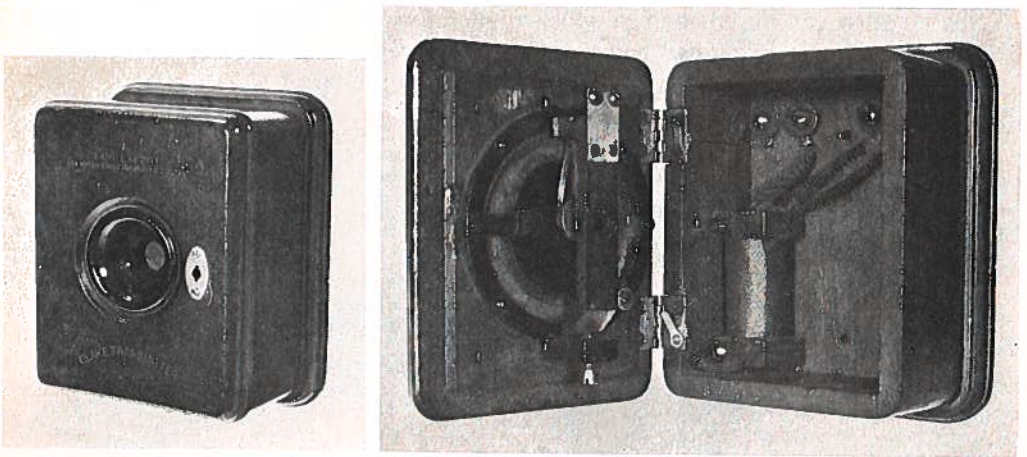
Het is niet met zekerheid bekend wie als eerste op de gedachte is gekomen kool te gebruiken als medium tot verkrijgen van weerstandsvariaties. Edison heeft een gever ontworpen waarin een op bijzondere wijze bereid rond plaatje koolstof, aan beide zijden afgedekt met evengrote plaatjes platina, het kenmerkende gedeelte vormde.
Drukveranderingen op het plaatje kool zouden dan weerstandsvariaties ten gevolge hebben. Van dit type zijn de schrijver geen modellen bekend.

De Amerikaanse natuurkundige Francis Blake construeerde in 1877 een gever als in afbeelding 5 getoond.

Hierbij ligt een stukje kool enigszins los tegen een platina contact, dat bevestigd

is aan een weekstalen trilplaat. Omdat de gever van Blake in serie vervaardigd en in de handel gebracht is, hebben wij hiervan de eigenschappen kunnen onderzoeken. Bij metingen vonden wij het volgende: gelijkstroomweerstand = 7 ohm; in serie hiermede staat een transformatorwikkeling van 5 ohm.

De scheidingstransformator dient om de batterijstroom door de microfoon te beperken tot het toestelcircuit; alleen de opgewekte trillingen gaan naar het corresponderende toestel.



Afbeelding 8. Gever van Blake (1877).
Links in gesloten, rechts in geopende toestand. In serie vervaardigd.
Trillingen van het membraan bewegen een kool/platina contact;
hierdoor ontstaan stroomvariaties (collectie Postmuseum).

Bij een aangelegde gelijkspanning van 4 volt vloeide er een stroom van 330 mA. Bij spreken in de gever (door Blake "transmitter" genoemd) werd een wisselspanning gemeten van 100 milli-volt over 600 ohm.

Dit is in vergelijking met de spanningsafgifte van een Bell-gever (10 milli-volt) beduidend hoger.

Het ontwerp "Blake" heeft als nadeel dat voor goede werking een vertikale stand vereist is; het platina contact tegen het koolplaatje heeft de neiging achterover te vallen. Dit houdt in dat het Blake-type uitsluitend in vaste opstelling kon worden gebruikt. Later zou bovendien blijken dat om transmissie-technische redenen een weerstandswaarde van ongeveer 100 ohm beter bruikbaar is dan 7 ohm.

De in 1831 in Londen geboren natuurkundige en muziekleraar David Edward Hughes had met de toestellen van Reis proeven genomen voordat in 1877 de uitvinding van Bell Engeland bereikte. Hij interesseerde zich hiervoor zodanig dat hij de mogelijkheden ging onderzoeken. Zijn bevinding was dat dit nieuwe instrument als ontvanger uitstekend werkte, maar als gever nogal gebrekkig was omdat de opgewekte stromen te zwak waren om grote afstanden te overbruggen.[9]

Dit leidde hem er toe op het toestel van Reis terug te grijpen, waarin immers een door de beweging van de trilplaat beinvloede batterijstroom werd toegepast. Het

systeem van Reis was voor hem de grondslag voor talrijke onderzoekingen die spoedig tot een gever van nieuwe constructie voerden.

Wegens zijn grote gevoeligheid noemde Hughes zijn gever "Mikrophoon".

Over zijn geslaagde arbeid berichtte hijzelf op 9 mei 1878 aan de Royal Society te Londen, waarbij hij drie uitvoeringen beschreef:

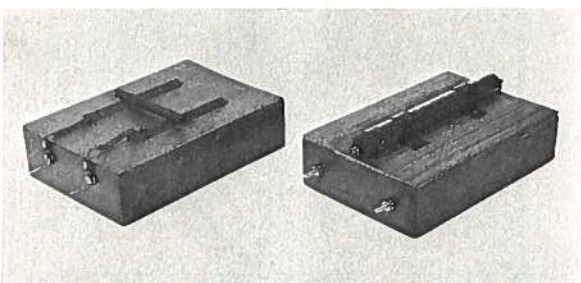
1. Twee koolstaafjes, met dwars hierop een derde staafje;
2. Een glazen buisje gevuld met kleine stukjes kool, aan beide uiteinden afgesloten met cilindervormige stukjes kool waarin een stevige koperdraad van enkele centimeters is gestoken;
3. Een houten klankbordje, met vertikaal hierop een tweede plankje. Op dit vertikale plankje plaatste hij een staafje kool, gelagerd in twee blokjes kool.

De uitvoeringen 1. en 2. zijn te zien in afbeelding 9.

Bij metingen bleek dat deze uitvoeringen 60 milli-volt wisselspanning (in 600 ohm) kunnen leveren.

Hughes was zelf nog niet tevreden, hoewel deze resultaten zeer gunstig afstaken bij de mogelijkheden van de Bell gever. Van belang was dat zijn gever 2 in alle standen gebruikt kon worden.

Dit type, het glazen buisje gevuld met kleine stukjes kool, is bevestigd op een dun houten trilplaatje. De spreektrillingen deden het buisje een weinig schudden, waardoor de weerstand van het geheel veranderde. De gedachte om de koolstaaf in kleine brokjes op te delen werd later toegepast in de definitieve vorm die wij thans kennen; bij de toelichting van afbeelding 13 kom ik hierop terug.

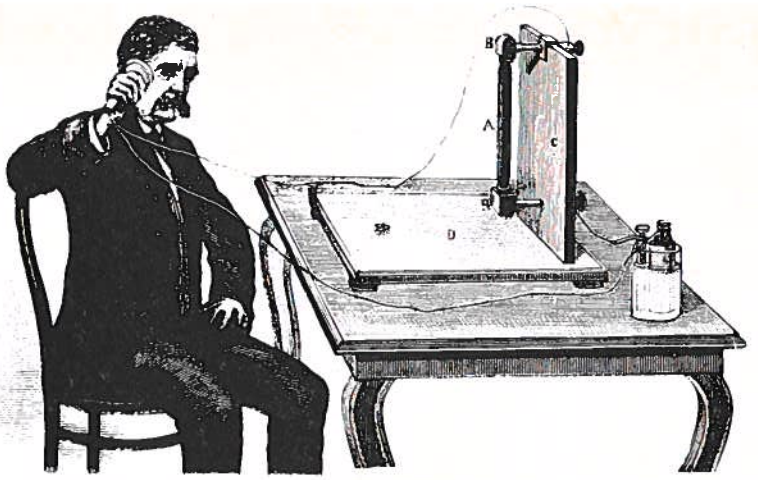


Afbeelding 9. Eerste en tweede gever van Hughes (collectie Postmuseum).

De derde uitvoering van Hughes werd voor de uitvinder het grote succes; in afbeelding 10 zien wij hem, sprekend in zijn "Mikrophoon" en luisterend met een Bell ontvanger. Wij citeren uit een beschrijving, uitgegeven in 1895.[10]

„Een stukje kool A, aan beide uiteinden scherp toeloopende, rust met die uiteinden in twee holten, in blokjes kool BB geboord, en die aan een plankje C bevestigd zijn. Dat plankje is loodrecht bevestigd op een tweede plankje D, dat met stukjes caoutchouk op een tafel geplaatst is.

Plaatsen wij deze mikrophoon in den primairen draad van de klos, dan hoort men in den ontvanger, die in den secundairen draad geplaatst is, alle geluiden, die de mikrophoon bereiken. De geluidsgolven wijzigen de aanraking van het koolstaafje



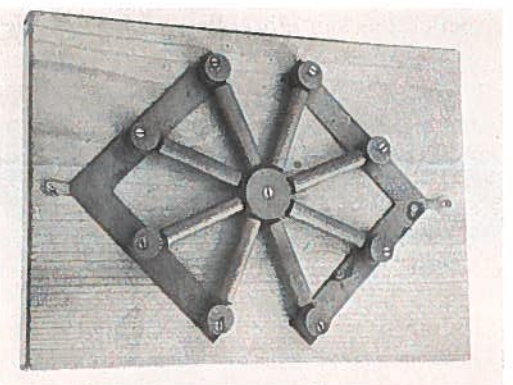
Afbeelding 10. Hughes en zijn „mikrophoon". Deze benaming is nog steeds in zwang.

en de koolblokjes, en wekken daardoor magnetische trillingen op, die de geluidsgolven overbrengen naar den ontvanger.

Indien eene vlieg over het plankje van de mikrophoon loopt, dan is het, alsof men in den telephoon het getrappel van een paard hoort. Vandaar de naam Mikrophoon, dat is zwakke stem."

Deze derde gever van Hughes geeft (bij normaal inspreken) een wisselspanning van 300 milli-volt (in 600 ohm).

Ook dit ontwerp werd enige tijd later weer verbeterd; de onderzoeker Gower paste een parallelschakeling toe van acht koolstaafjes, afbeelding 11.

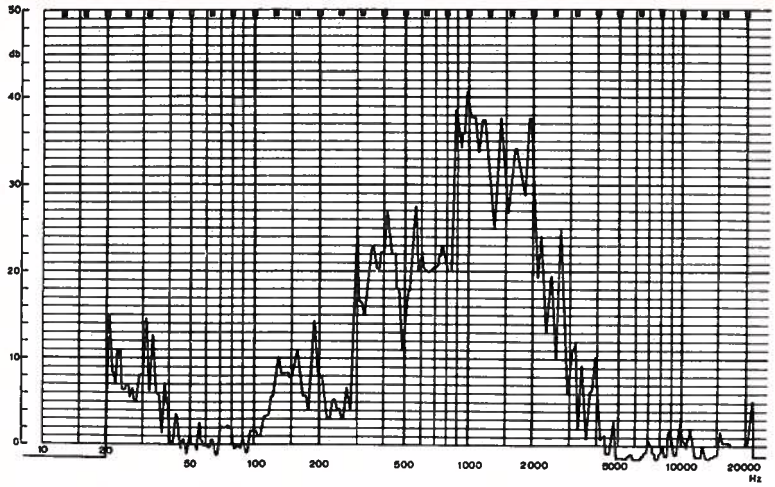


Afbeelding 11. Gever van Gower, afgeleid van het derde type van Hughes.
(collectie Postmuseum)

Van het type "Gower" is een lineariteitskromme opgenomen, waaruit blijkt dat er nogal veel resonanties optraden; dit is niet verwonderlijk als wij bedenken dat de staafjes enigszins los in hun lagerpunten liggen.

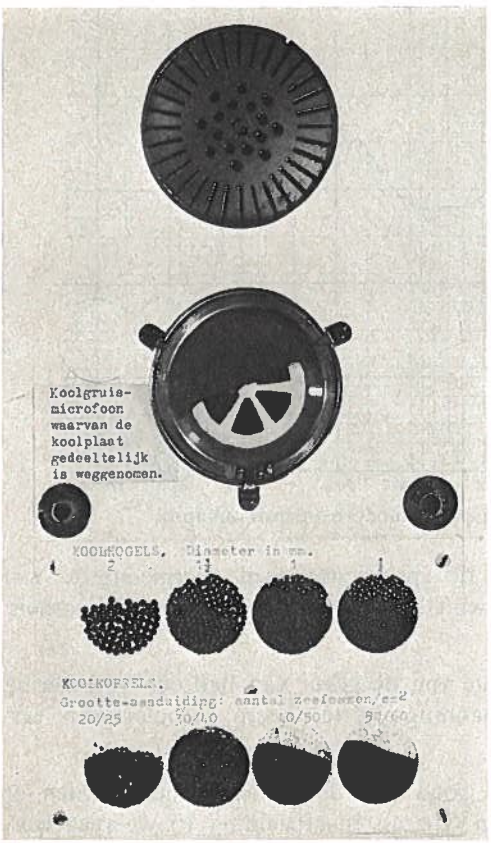
Er verschenen nu uitvoeringen van gevers met meerdere parallel geschakelde koolstaafjes, die door een stukje vilt werden aangedrukt.

De technologische ontwikkelingen gingen hierna erg snel. Bekend is de oplossing die de Zweedse fabriek Ericsson omstreeks 1895 koos: een uitgeponst stukje vilt met zes openingen, gevuld met koolgruis of koolkorrels.



Afbeelding 12. Lineariteitskromme van de gever van Gower uit afbeelding 11. Er treden veel ongewenste resonanties op.

Aan de spreekzijde werd alles afgedekt met een trilplaat van kool. Deze constructie wordt hierbij afgebeeld als nummer 13.



Afbeelding 13. Koolmicrofoon fabrikaat Ericsson (Zweden), voor het eerst toegepast in 1895. Aan de bovenzijde van de afbeelding ligt een microfoonkapsel.

← diverse maten koolkogels

← diverse maten koolkorrels

Los er boven ligt in de afbeelding een „microfoonkapsel", dat door meerdere fabrieken, o.a. Siemens en Halske, werd toegepast. Omstreeks 1900 waren er uitsluitend microfoons van het koolgruis- of koolkorreltype in gebruik, afgeleid van de tweede gever van Hughes uit afbeelding 9.

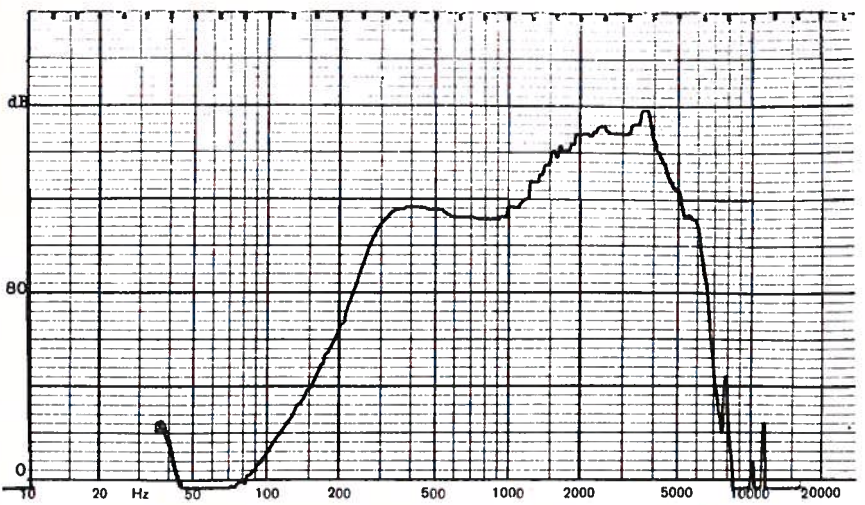
De weerstand van de huidige koolmicrofoons is genormaliseerd op waarden tussen 70 en 150 ohm. Het tweede ontwerp van Hughes heeft een weerstand van 250 ohm; de eerder besproken koolstaaftypen ten hoogste enkel tientallen ohms.

Er kan niet worden gesteld dat het principe van de tweede gever van Hughes geheel gelijk is aan dat van de huidige koolmicrofoon.
Deze berust op weerstandveranderingen door drukverschillen, afkomstig van de besproken trilplaat van kool.

De glazen buis van Hughes, gevuld met deeltjes kool verkreeg weerstandsvariaties door schudden van het dunne houten grondplaatje.

Maar de gedachte van Hughes om proeven met verdeeld kool te nemen is opmerkelijk en wees de weg naar de uiteindelijke oplossing.

Moderne koolmicrofoons zijn alle van het „kapsel" type. Ook hiervan is een lineariteitskromme gemaakt, zie afbeelding 14. Opvallend is hoe vloeiend hierbij de lijn van ongeveer 300 tot 3400 Hz verloopt, zonder sterke schommelingen.

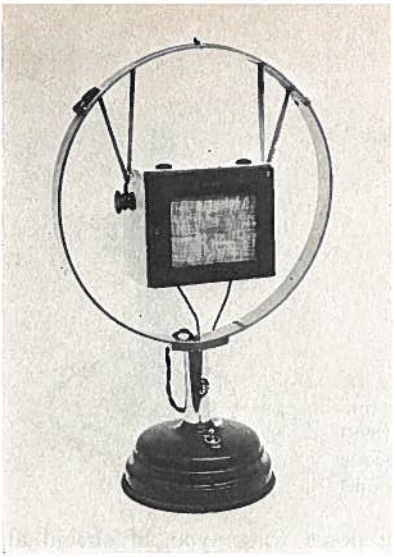


Afbeelding 14. Lineariteitskromme van modern microfoonkapsel.

Bij de moderne koolmicrofoons vragen de specificaties een energie-afgifte van ongeveer 0,775 volt in 600 ohm (1 milli-watt). Dit is voor goede verstaanbaarheid ruimschoots voldoende.

De vinding van Hughes heeft ten opzichte van de gever van Bell een verbetering gebracht van 10 naar 300 milli-volt spanningsafgifte; latere verbeteringen verdubbelden dit zelfs ruimschoots.

Omstreeks 1925 (toen de radio-omroep goed van de grond kwam) werden er kwaliteitsmicrofoons vervaardigd van een type als in afbeelding 15 weergegeven:



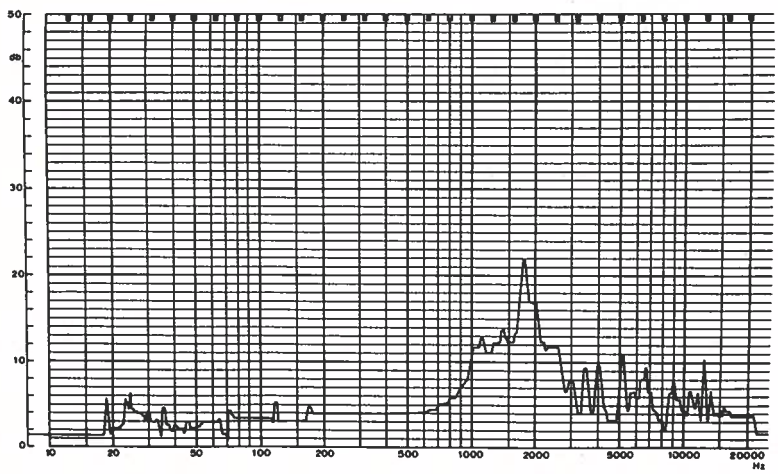
Afbeelding 15. Marmerblokmicrofoon (1925) voor radio-omroep doeleinden. Fabrikaat Telefunken (collectie Postmuseum)

de „marmerblokmicrofoon". Door de verzwaarde constructie was deze nagenoeg trillingsvrij. Voor het membraan werd als materiaal mica gebruikt.

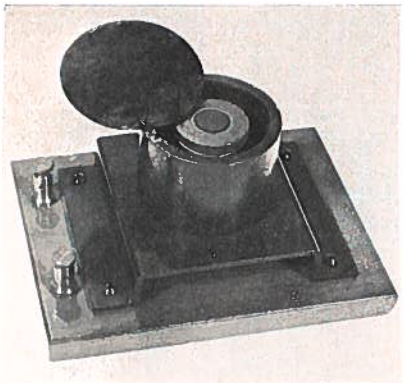
In afb. 16 is de lineariteitskromme van de marmerblokmicrofoon te zien. De energieafgifte was geringer dan bij de toenmalige PTT-typen. Maar de versterkertechniek was toen al voldoende ontwikkeld om dit probleem te ondervangen. Later werden voor omroepdoeleinden dynamische en condensator-microfoons ontwikkeld. Ook de ontvanger van Bell uit 1876 heeft uiteraard een ontwikkeling doorgemaakt.

De uitvinder zelf heeft een sterk verkleind type bedacht, waarin nog een elektromagneet werd toegepast; zijn constructie lijkt al op de huidige doostelefoon met permanente magneet (zie afbeelding 17).

De weerstand van de spoel is 5 ohm; met een batterijtje van 1,5 volt ontstaat voldoende bekrachtiging. Voor deze opname is het deksel opengeklapt; bij gebruik bedekte het de ronde omhulling.



Afbeelding 16. Lineariteitskromme van de marmerblokmicrofoon. Duidelijk waarneembare ruis bij sommige exemplaren was een nadeel.



Afbeelding 17. Doostelefoon van Bell met elektromagneet (1876) (collectie Postmuseum)

Afbeelding 18. Telefoon voor lijnopzichters (1898) (collectie Postmuseum)

De fabriek Siemens en Halske vervaardigde het nogal forse type, afgebeeld als nummer 18; deze werden gebruikt voor controle van telegraaflijnen. Het toestel werd aan de te inspecteren telegraaflijnen gekoppeld. Door op een fluitje te blazen trilt een metalen kogeltje op de trilplaat en wekt hiermede een (naar verhouding) krachtig signaal op. In het dichtsbijzijnde telegraafkantoor kon het signaal worden waargenomen.

De door Bell bedachte constructie werd voor radio-omroepdoeleinden (1923) van een hoorn voorzien: de luidspreker die in de huiskamer door alle huisgenoten beluisterd kon worden werd een bekend verschijnsel.

Als voorloper hiervan werd reeds omstreeks 1910 een „luidsprekende telefoon" in de handel gebracht, zie afbeelding 19. Omstreeks 1930 werd de elektromagnetische luidspreker (systeem Bell) opgevolgd door de elektrodynamische luidspreker; vooral de lagere frequenties worden hierbij beter weergegeven.

Afbeelding 19. Links een „luidsprekende telefoon" uit 1910.

Rechts een hoornluidspreker uit 1923, beide volgens het systeem Bell. (collectie Postmuseum)

Uit het voorgaande blijkt dat de telefoon geen spectaculaire vinding is geweest van één man. Een groot aantal personen heeft ideeën naar voren gebracht. Reis heeft een telefoon geconstrueerd die echter nooit in het stadium van een praktisch gebruiksvoorwerp is gekomen.

Bell en Hughes hebben Reis' ontwerp uit de sfeer van het natuurwetenschappelijk onderzoek gebracht in die van het maatschappelijk leven. En als wij thans de telefoon in zijn toepassing aanschouwen, dan eren wij Bell als de vader van dit alles.

De ontwikkeling van het telefoontoestel

In het vorige gedeelte werd behandeld hoe de bij velen levende wens om met elkaar over grote afstand te kunnen spreken (tele-fonie) in het tijdvak 1837-1876 in beginsel werd gerealiseerd.

Het *telefoontoestel*, waarin gesproken en waarmee geluisterd wordt (en dat uiteraard ook geschikt is voor uitgaande en inkomende oproepen), bleef in dat gedeelte nog buiten beschouwing.

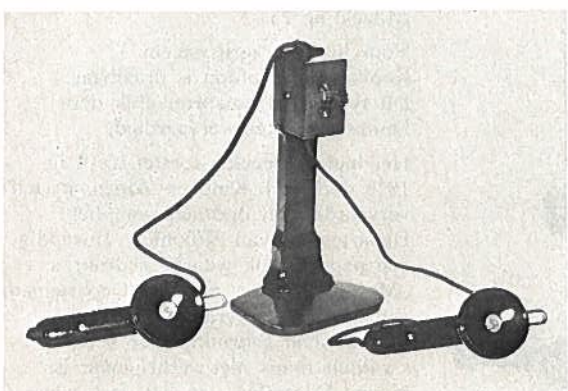
In het nu volgend deel wordt, aan de hand van 27 fotografische afbeeldingen, de technologische ontwikkeling van het telefoontoestel vanaf 1876 tot heden besproken.

De afbeeldingen zijn in te delen in vijf groepen, te weten:

1. nummers 20 en 21 zijn geschikt voor vaste verbindingen;
2. nummers 22 t/m 30 zijn geschikt voor gebruik in lokaalbatterijschakeling;
3. nummers 31 t/m 33 zijn geschikt voor gebruik in centraalbatterijschakeling met handverkeer;
4. nummers 37 en 38 hebben betrekking op het eerste Nederlandse munttelefoontoestel;
5. nummers 34-35-36 en 39 t/m 44 zijn geschikt voor automatisch verkeer.

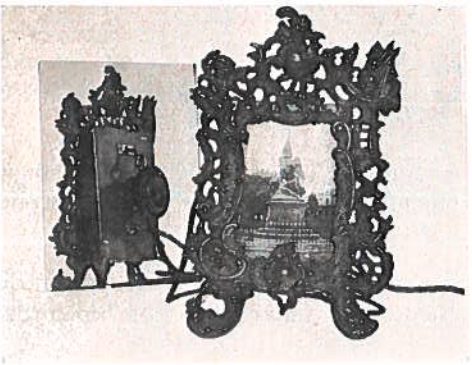
Het is interessant hoe aanvankelijk, naast de functionele aspecten en de vormgeving ook aan een fraai uiterlijk veel zorg werd besteed. Later verdween iedere overbodige verfraaiing en waren de functionele eisen vormbepalend.

Alle in dit artikel voorkomende toestellen behoren tot de collectie van het Nederlands Postmuseum. De fotografie werd verzorgd door de PTT-Fotodienst. Bij ieder toestel wordt een jaartal genoemd, waarmede het *eerste jaar van fabricage* wordt aangeduid. Dit lijkt mij voor de lezer de beste informatie, omdat sommige toestellen gedurende 30 jaar gefabriceerd werden.



1878

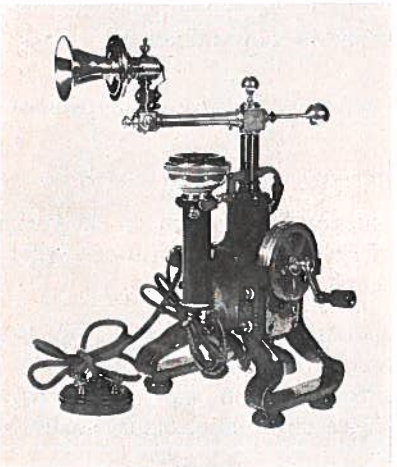
Afbeelding 20.
Telefoontoestel systeem Bell in fabrieksmatige uitvoering, vervaardigd van notehout.
Fabrikaat onbekend.
Het juiste gebruik is niet na te gaan; vermoedelijk hebben van de lepeltelefoons er één gefunctioneerd als gever, de andere als ontvanger. Zij zijn van gelijke constructie en staan in serie geschakeld.
Het corresponderende toestel moet hieraan gelijk geweest zijn.
Beide zijn voorzien van permanente hoefmagneten; uit de vormgeving blijkt het jaartal van fabricage (1878).
Waarschijnlijk gebruikt als huistelefoon. Er is geen oproepinrichting aanwezig.



1880

Afbeelding 21.

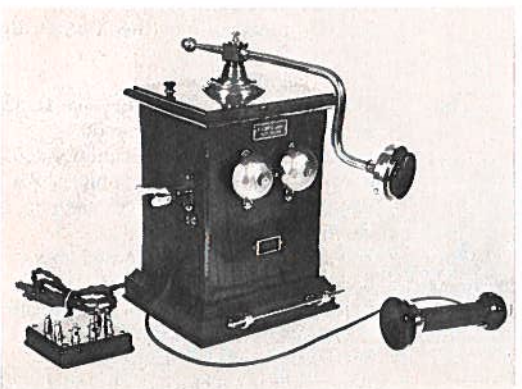
Tafeltoestel vervaardigd van gebronsde zinklegering. Koolstaafmicrofoon achter de voorstelling verborgen. Doostelefoon hangt achter het toestel. Oproepen gebeurde door op een knopje te drukken aan de rechterzijde van het toestel; gelijkstroombel is ingebouwd. Gebruikt als huistelefoon (vaste verbinding). Zeer fraai uitgevoerd om interieur niet te verstoren. Batterij voor microfoonvoeding en oproep in apart houten kastje weggewerkt.



1884

Afbeelding 22.

Een der eerste uitvoeringen van de Zweedse fabriek Ericsson. Gebruikt in lokaalbatterijsystemen. Koolgruis-microfoon is verstelbaar. Met het krukje aan het tandwiel kan de generator worden bewogen (te vergelijken met fietsdynamo) waardoor de centrale werd opgeroepen. Deze verbond door naar de gewenste abonnee. Door de ontvanger van de haak te nemen werd de microfoon ingeschakeld. In een bijbehorend kastje was een batterij geplaatst voor de microfoon-stroom.

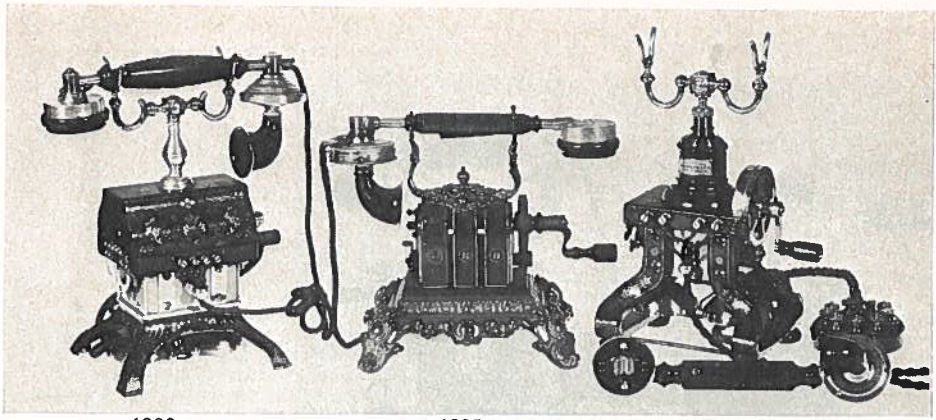


1886

Afbeelding 23.

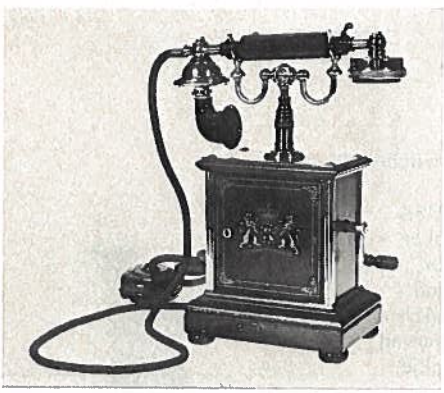
Voor lokaalbatterijsysteem. Koolkorrelmicrofoon is draaibaar. Dit type werd oorspronkelijk door Duitse fabrieken vervaardigd.

Het hier afgebeelde toestel werd in 1916 door P. J. Kipp en Zonen te Delft vervaardigd in opdracht van het Departement van Koloniën. Inwendig een papierstrook waarop gedrukt: „Met goedvinden van het Departement van Koloniën inferieure kwaliteit magneetstaal gebruikt, daar betere kwaliteit thans niet verkrijgbaar is. Maand December van het oorlogsjaar 1916".
Kast vervaardigd van notehout.



1900 1895 1895

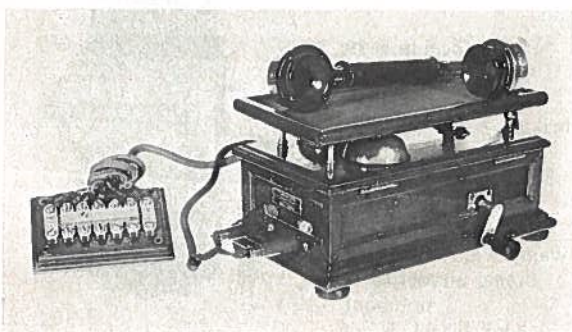
Afbeelding 24. Alle toestellen voor gebruik in lokaalbatterijsystemen. Bij deze toestellen behoorde een houten kastje met batterij voor de microfoonstroom.
De gecombineerde microtelefoon werd ingevoerd in 1895.
Het linker toestel (fabrikaat Bell - Antwerpen) is decoratief bijzonder fraai afgewerkt met in goud geschilderde bloemmotieven. De handgreep is voorzien van reliëfwerk.
Het middelste toestel (fabrikaat Mix en Genest, Dld.) is gebruikt op het Paleis 't Loo.
Het rechter toestel (fabrikaat Ericsson, Zweden) is eveneens bijzonder fraai; de gebogen dragers zijn beschilderd met bloemmotieven. Deze dragers zijn tevens permanente magneten voor de generator. Dit type is een voorbeeld van uitnemend geslaagd evenwicht tussen eisen van decoratieve speelsheid en functionele vormgeving.
Bij dit toestel is van de ontvanger de trilplaat afgenomen; staaf- en hoefmagneten zijn nu vervangen door ringmagneten.



1901

Afbeelding 25.

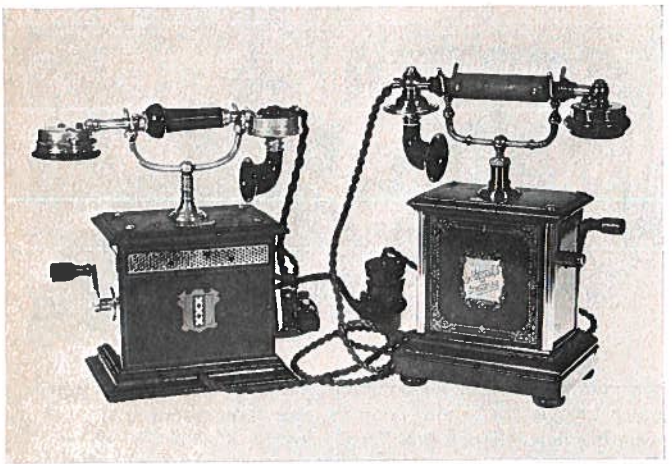
Voor lokaalbatterijsysteem.
Fabrikaat L. M. Ericsson, Zweden.
Bruin notehouten boven- en onderplaat.
Zijplaten bruin gelakt metaal; aan voorzijde het Nederlandse wapen.
Wapen in fraai geschilderde omlijsting.



1899

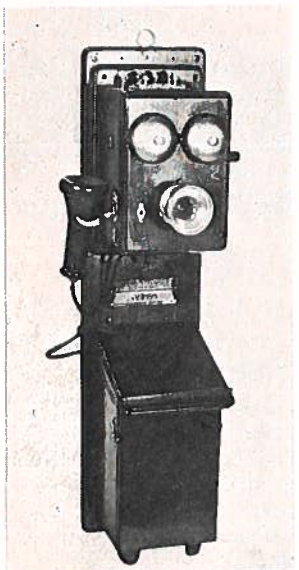
Afbeelding 26.

Voor lokaalbatterijsysteem.
Dit toestel werd „biljartje" genoemd, omdat de microtelefoon op een plankje ligt, afgewerkt met groen laken. Bij opnemen werd de microfoonstroom ingeschakeld.
De afstand tussen de microfoon en ontvanger kan worden veranderd doordat de microtelefoon uitschuifbaar is. Duits fabrikaat, vervaardigd van notehout.



1905 1900

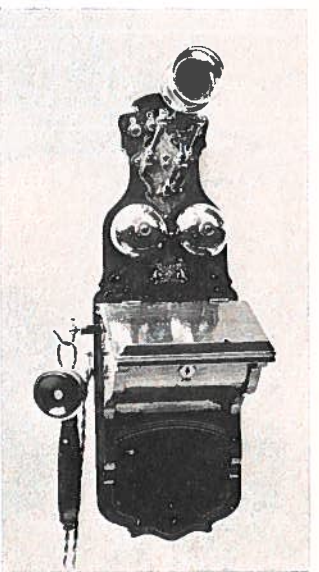
Afbeelding 27. Beide toestellen geschikt voor lokaalbatterijsysteem.
Het linker toestel (van Duits fabrikaat) heeft aan beide zijden een krukje voor draaien aan de dynamo voor wekstroom naar de telefoon centrale.
Op voorzijde wapen van Amsterdam en aldaar in gebruik geweest bij de Gemeentelijke Telefoondienst.
Fabrikaat rechter toestel L. M. Ericsson, Zweden.
Zwart houten boven- en onderplaat.
Vertikale stellingplaten van zwart gelakt metaal met fraaie goudbeschildering. Ericssonembleem groen met goudomlijsting.



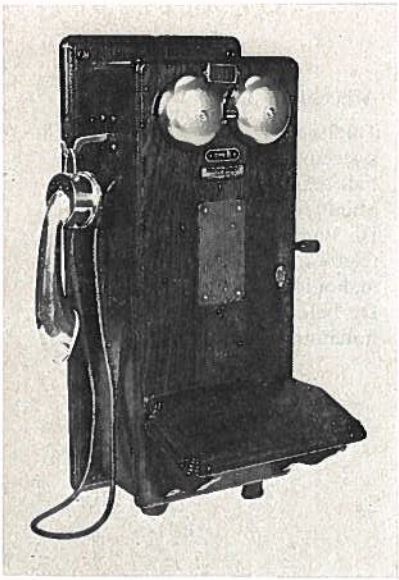
1895

Afbeelding 28.
Voor lokaalbatterijsysteem.
Fabrikaat Kellogg Switchboard and Supply Company, Chicago, USA.
Vervaardigd van donker notehout. Batterij voor microfoonvoeding vond een plaats in de onderste ruimte. Het deksel daarvan vormt een schrijfplankje.
Gebruikt in het Gemeentetelefoonnet van Amsterdam.

Afbeelding 29.
Voor lokaalbatterijsysteem.
Fabrikaat L. M. Ericsson, Zweden.
Microfoon op hoogte instelbaar.
Onder de belschalen wapen van Nederland.
Fraaie uitvoering in notehout.
Ook hierbij is een schrijfplankje aanwezig.



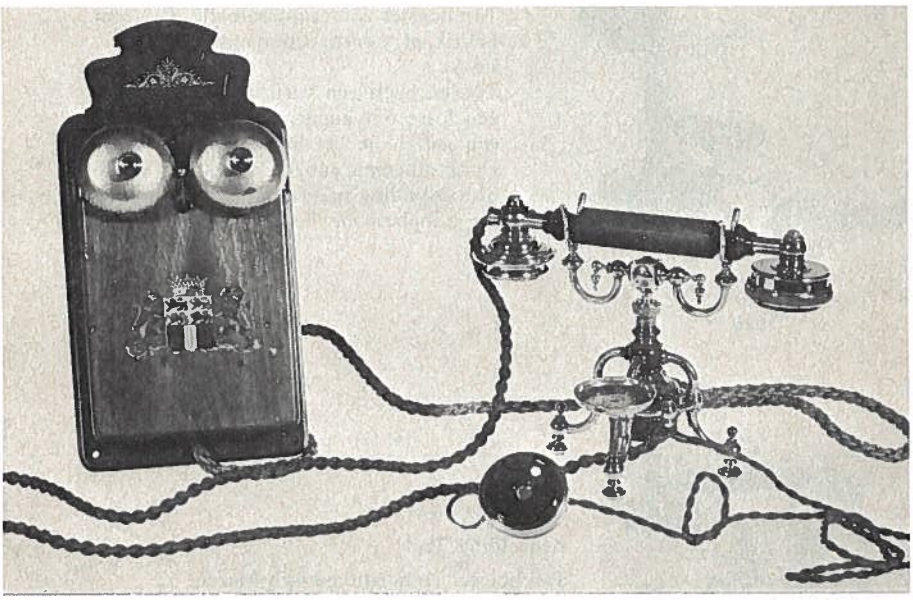
1908



1905

Afbeelding 30.

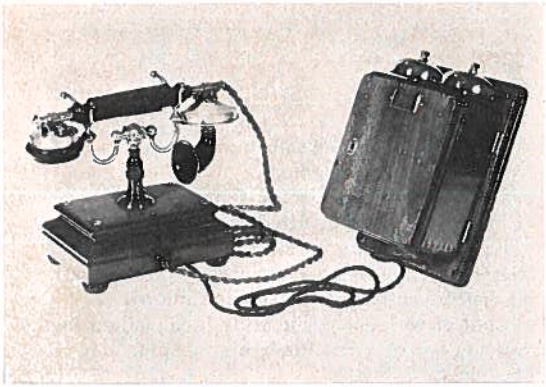
Wandtoestel voor lokaalbatterijsysteem.
Vervaardigd van eikehout.
Fabrikaat Western Electric Company USA.
Omstreeks 1920 gewijzigd met microtelefoon Thomson-Houston (Frans fabrikaat). Hierbij liggen microfoon en ontvanger achter elkaar in het bovenste gedeelte van de hoorn.
Voordeel was dat vocht in de lucht, afkomstig van de spreker, het koolgruis moeilijk kon bereiken.
In het midden van de voorplaat was oorspronkelijk een vaste microfoon geplaatst; de ontvanger was toen van het type als in afbeelding 28.



1910

Afbeelding 31. Tafeltoestel met belkast van notehout, fabrikaat L. M. Ericsson, Zweden. Voor centraalbatterijsysteem.

Bij het centraalbatterijsysteem wordt de microfoonstroom vanuit de telefooncentrale toegevoerd.
Door opnemen van de microtelefoon ging (bij handbedrijf) in de centrale een oproeplampje branden, waarna de telefoniste vroeg met welke abonnee men verbonden wenste te worden.
De glanzend vernikkelde standaard voor de microtelefoon is zeer kunstzinning uitgevoerd.
Er is een meeluisterontvanger aanwezig; deze ligt in rust op een metalen schaaltje.
Op de notenhouten belkast zien wij het wapen van Rotterdam; het toestel is afkomstig van de voormalige Gemeentetelefoon aldaar.



1912

Afbeelding 32.

Tafeltoestel voor centraalbatterij-systeem.
Fabrikaat Bell Telephone Manufactory Comp.
De standaard voor de micro-telefoon is bevestigd op een mahoniehouten grondplaat.
De belkast is vervaardigd van notehout.

1910

Afbeelding 33.

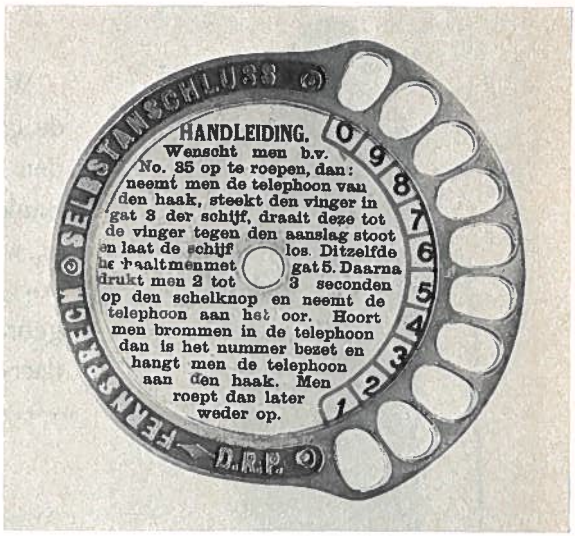
Tafeltoestel voor centraalbatterijsysteem.
Fabrikaat Corvin Company, Chicago, USA.
Toestel heeft een vaste microfoon en een losse ontvanger; hangt in rust op een gaffel die het haakcontact beweegt.
Door afnemen van de ontvanger werd de verbinding naar de centrale gemaakt.
De bijbehorende belkast ontbreekt.

1912

Afbeelding 35.

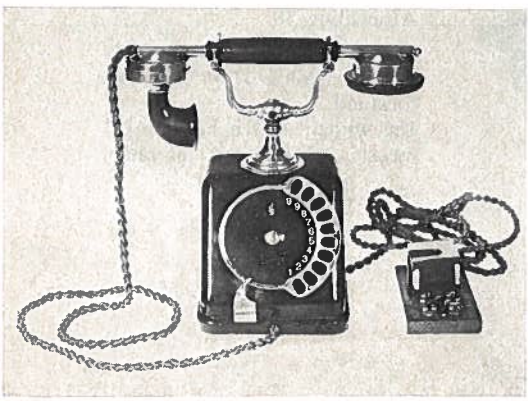
Tafeltoestel voor automatisch kiezen.
Fabrikaat Deutsche Waffen- und Munitions-Fabriken, Karlsruhe, Baden.
Kastje in notenhout uitgevoerd.
Zie verder toelichting bij afbeelding 34.

1909


SELBSTANSCHLUSS
FERNSPRECH
D.R.P.
HANDLEIDING.
Wenscht men b.v.
No. 35 op te roepen, dan:
neemt men de telephoon van
den haak, steekt den vinger in
gat 3 der schijf, draait deze tot
de vinger tegen den aanslag stoot
en laat de schijf los. Ditzelfde
herhaalt menmet gat 5. Daarna
drukt men 2 tot 3 seconden
op den schelknop en neemt de
telephoon aan het oor. Hoort
men brommen in de telephoon
dan is het nummer bezet en
hangt men de telephoon
aan den haak. Men
roept dan later
weder op.
0 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Vergroting van tekst op kiesschijf. Uit deze „Handleiding" blijkt dat een gedegen instructie wenselijk was.

Afbeelding 34. Wandtoestel voor automatisch kiezen, door de oproeper te bedienen.
Fabrikaat Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe, Baden.
Met vaste microfoon, in hoogte verstelbaar.
Een der eerste uitvoeringsvormen voor automatisch verkeer. Dit toestel (ook afbeelding 35) is gebruikt in samenwerking met een huisautomaat.



1915

Afbeelding 36.

Tafeltoestel voor automatisch kiezen, fabrikaat Siemens und Halske.
Vervaardigd van zwart gemoffeld plaatstaal.
Dit type toestel werd vervaardigd met gebruikmaking van de octrooien van Strowger, de uitvinder van het systeem voor automatisch kiezen.

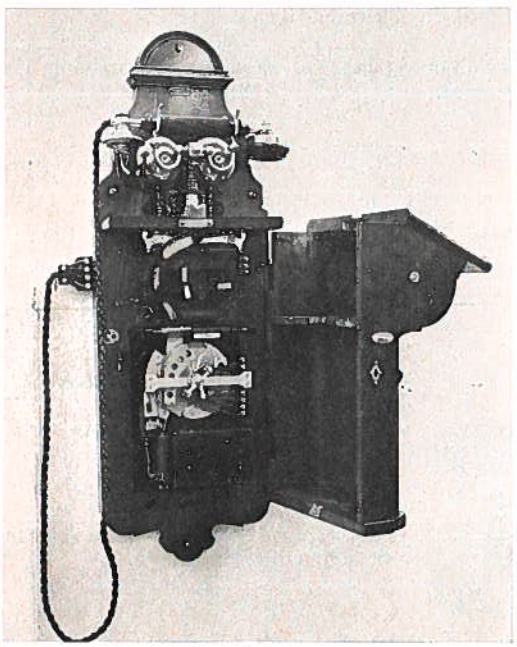
Werp een **onbeschadigd dubbeltje** in de gleuf, neem daarna de telephoon van den haak, **raak daarna niet eerder den haak aan vóór uw gesprek geëindigd is,** wacht tot de telephoniste zich meldt, voer, zoodra de aansluiting tot stand is gebracht, uw gesprek en leg na afloop daarvan de telephoon weder op den haak.

April '19, 200, Model Nr. 526.32.

Afbeelding 37.

Een der eerste munttelefoontoestellen in Nederland.
Deze instructietekst is aangebracht op het schrijfplankje van het wandtoestel, hiernaast afgebeeld. Men lette vooral op de datum links onderaan: April '19.

1919

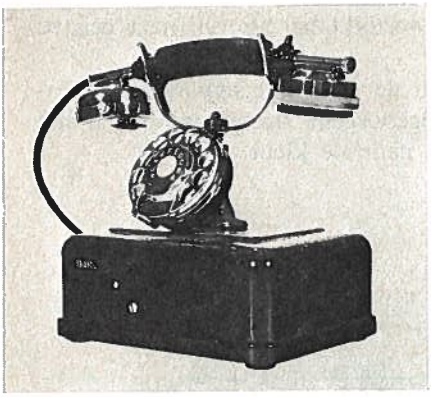


Afbeelding 38.

Hetzelfde munttelefoontoestel van afbeelding 37 in geopende toestand.
Ingewijden achten het een meesterstuk van vakmanschap.

1919

In de Nederlandse telefoongids van Januari 1920 is te lezen: „Eene automatische spreekcel voor interlokaal verkeer is gevestigd in het Station der Staatsspoorwegen" (te 's-Gravenhage).
Omdat een soortgelijke mededeling ontbreekt in de gedeelten van bovengenoemde telefoongids die betrekking hebben op Amsterdam en Rotterdam mag met grote waarschijnlijkheid worden aangenomen dat dit het eerste munttelefoontoestel in ons land geweest is.
Het was oorspronkelijk een Ericsson wandtoestel type A, door de Gemeentelijke Telefoondienst van 's-Gravenhage gewijzigd tot munttoestel.

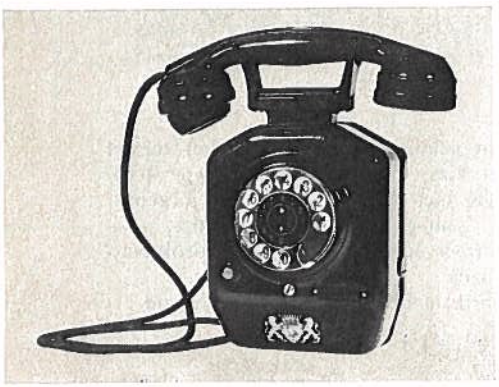


1924

Afbeelding 39.
Zwart metalen tafeltoestel met kiesschijf, fabrikaat Bell. Tel. Man. Co.

1927

Afbeelding 40.
Zwart metalen tafeltoestel met kiesschijf, fabrikaat Siemens und Halske.

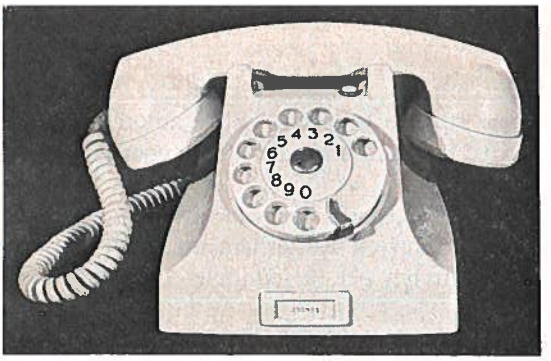


1934

Afbeelding 41.
Zwart metalen wandtoestel fabrikaat TEFAG.
Aan de onderzijde wapen van 's-Gravenhage; in gebruik geweest bij de Gemeente Telefoon aldaar.

1946

Afbeelding 42.
Zwart metalen wandtoestel fabrikaat Ned. Standard Electric Maatschappij.
Tekst op kiesschijf:
Licht de telefoon van den haak
Wacht tot het zoemen hoorbaar wordt
Draai de schijf tot dat de vinger stuit
Laat haar vrij terugloopen.

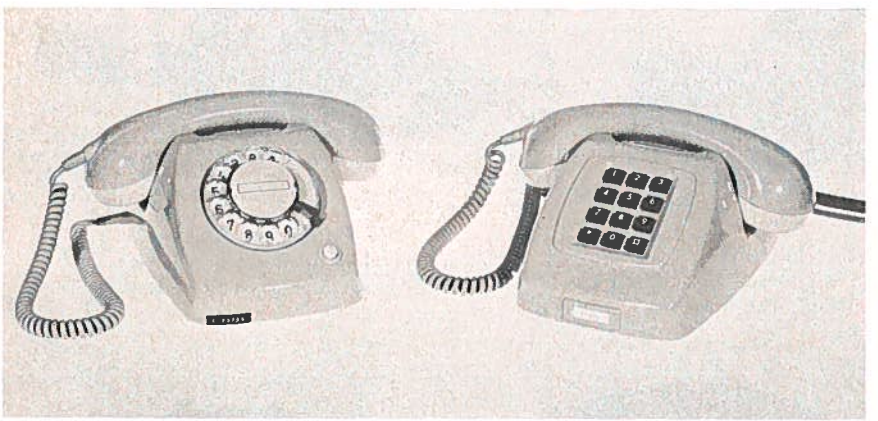


1955

Afbeelding 43.

Dit type tafeltoestel van kunststof werd zowel in zwarte als witte kleur vervaardigd.
Het witte toestel werd vaak als statussymbool gezien.
Gewicht 2300 gram.
Fabrikaat: Ericsson, Rijen, Nederland.

De jongste ontwikkeling van het telefoontoestel vertolkt het streven naar een zo groot mogelijke eenvoud.
De kenmerken daarvan zijn: miniaturisering van de eigenlijke apparatuur waardoor deze geheel in het toestel kon worden opgeborgen; stroomlijning van het uiterlijk en uitvoering in een licht materiaal van neutrale kleur.



1965 1973

Afbeelding 44.

Tafeltoestel type T 65 van grijze kunststof. Laag gewicht: 1250 gram.
Wordt door verschillende fabrieken geleverd volgens vastgestelde specificaties.
Sedert 1972 op verzoek ook te verkrijgen in de kleuren oranje - rood - groen en blauw.

Van gelijke afmetingen als het toestel met kiesschijf uit 1965. Dit type T 65-TDK met druktoetsen wordt toegepast bij semi-elektronische centrales, o.a. Wormerveer en Utrecht, (toondruktoetskeuze).
Fabrikaat Ericsson, Rijen, Nederland.

Geraadpleegde literatuur

1. Th. Karrass, „Geschichte der Telegraphie", Braunschweig, 1909. Bladz. 450
2. idem Bladz. 451
3. L'Illustration, 26 augustus 1854.
4. Thompson, S. P. „Philip Reis, Inventor of the Telephone", Londen, 1883. Bladz. 89
5. Th. Karrass, „Geschichte der Telegraphie", Braunschweig, 1909. Bladz. 468
6. idem Bladz. 460
7. George Prescott. "The Speaking Telephone", 1878. Bladz. 259
8. Th. Karrass, „Geschichte der Telegraphie", Braunschweig, 1909. Bladz. 464
9. idem Bladz. 487
10. De Natuurkunde in Onzen Tijd, Zutphen, 1895. Bladz. 111